

목재 및 철재가구중의 유해물질 방출에 관한 연구

김선태 · 박경수 · 김병익* · 우순형*

한국과학기술연구원 특성분석센터

*포항산업과학연구원 대기환경연구팀

(1998. 3. 31 접수)

A Study on the Emission of Hazardous Volatile Compounds in Wood and Steel Furniture

Sun-Tae Kim, Kyung-Su Park, Byoung-Eog Kim* and Soon-Hyung Woo*

Advanced Analysis Center, Korea Institute of Science and Technology, Seoul 136-791, Korea

*Air Pollution Control Team, Research Institute of Industrial Science and Technology,

Pohang 790-600, Korea

(Received March 31, 1998)

요 약: 목재 및 철재가구로부터 방출된 포름알데히드를 증류수에 흡수시키고 아세틸아세톤법을 사용하여 정량하였다. 실온에서 시간 경과에 따른 방출량의 변화를 보았다. 50 mL 병에 목재 및 철재를 넣고 방출된 휘발성 유기 물질을 ion-trap GC-MS를 이용하여 정량하였다.

Abstract: The formaldehyde vapor produced from wood and steel furniture was absorbed in distilled water and derivatized with acetylacetone and determined by UV-visible spectrophotometry. Variation in HCHO emission with time was monitored at room temperature. The emission of volatile compounds from wood, wood-based and steel-based materials was investigated in a 50 mL glass vial. The concentration of the gases emitted in a glass vial was determined by ion-trap GC-MS.

Key words: Wood and Steel furnitures, Volatile compounds, Formaldehyde

1. 서 론

경제의 급진적인 발달과 더불어 환경오염도 극도로 악화되어 우리의 삶을 위협하기에 이르렀다. 이에 따라 환경오염의 최소화를 위한 연구가 많이 수행되고 있다. 환경분야의 연구에서도 수질, 대기, 토양 등과 같이 눈으로 직접 보이는 환경에 대해서는 다각적인 연구가 이루어지고 있지만 우리들이 매일 살고 있는 실내 환경에 대해서는 연구된 결과가 극히 적다.

본 연구에서는 하루 일과의 반 이상을 보내고 있는 실내 환경분야에 대해서 연구한 바를 보고 하고자 한다. 실내에 설치되어 있는 각종 목재가구나 철재가구 또는 장식품들로부터 포름알데히드와 같은 유해물질들이 배출되어 두통, 천식 등의 병을 유발시킨다고 알려져 있다. 그러나 누구든지 실내에서의 유해물질 방

출은 당연한 것으로 생각하고, 나쁜 환경을 개선하기 위한 노력보다는 가구나 도배지 또는 장식품에 사람을 맞추어가면서 생활해 왔다. 그러나 실내에서 방출되는 유해물질들에 대한 국민들의 인식이 변화하기 시작했고 정부에서도 95년말 공청회까지 개최한 바 있으므로 실내 환경 개선을 위한 법률이 제정되리라 기대되며, 아울러 이와 관련된 연구들이 많이 수행되리라 기대된다.

가구재로서 수요가 가장 많은 목재는 가볍고 가공하기 쉽고, 목재 자체의 미려한 색깔을 그대로 활용할 수 있으며, 유해기체도 발생하지 않고 자연 그대로의 멋을 간직한다. 또한 이를 소각하거나 폐기해도 환경에 거의 영향을 미치지 않는다.

그러나 원목의 수급에는 한계가 있기 때문에 원목을 가공하면서 부산물로 생산된 폐목재, 톱밥, 껌질

(박피) 등의 폐자원을 재활용하기 시작했다. 이들에 접착제를 넣어 가공한 plywood(PW, 합판), particle board(PB), 또는 medium density fiberboard(MDF) 등이 목재나 철재의 대용재료로 대단히 많이 이용되어 왔다. 우리나라는 1960년대초 PW의 생산이 시작된 이후 경제발전과 더불어 선진국 수준의 PB와 MDF를 생산하고 있으며 이들 가공제품 기술의 발전은 가구나 장식용 가구의 수출에 기여하고 있다. PW와 PB 및 MDF의 목질보드는 목재 부산물의 활용방안으로 시작되었지만 목재에 버금가는 강도를 유지하고 있으며, 가공하기 쉽고, 목재보다 미려한 색깔을 낼 수 있는 등의 장점이 있기 때문에 현재는 목재보다 활용도가 더 높다. 그러나 사용도중 포름알데히드와 같은 유해기체가 장기간 방출되고, 폐기되면 잘 썩지 않기 때문에 쓰레기공해를 일으키며, 재활용하기 힘든 단점 등이 있다.

한편 철재는 강하고 견고하며 수명이 긴 장점이 있지만 녹슬기 쉽고, 무거우며 목재처럼 자유자재로 가공하기 어렵고, 미려한 색깔을 내기 어려운 단점이 있다. 그러므로 철재는 무거운 하중에 견디고 견고함을 필요로 하는 책상이나 책장 등의 가구제조에 주로 활용되어 왔으며, 차갑고, 딱딱하고, 목직한 기분상의 이유로 실내의 옷장이나 장식품으로 사용되어 오지 않았다. 그러나 스텐레스와 같은 녹슬지 않는 성질, 원래의 기능인 견고함, 표면처리기술의 발달 및 플라스틱과의 복합재료 활용 등으로 인해 우아하고도 멋있는 철재가구들이 생산되기에 이르렀으며 인테리어 등의 실내장식으로도 이용범위가 확대되어 가고 있다.

본 연구에서는 이미 목질보드 이용 가구로부터의 포름알데히드 방출은 알려진 사실이고, 철재 이용가구로부터도 인체 유해기체가 발생할 수 있으므로 이들의 방출에 대해서 연구한 바를 보고하고자 한다. 우선 포름알데히드의 분석방법은 다음과 같다.

포름알데히드는 환원성이 크기 때문에 Tollens' reagent(ammoniacal solution of $AgNO_3$)를 환원시켜 금속은을 석출시키거나(銀鏡反應), Fehling's solution($CuSO_4$ +alkaline solution of Rochelle salt)을 환원시키는 성질을 이용해 포름알데히드의 존재를 확인한다.¹ 포름알데히드의 함유량이 높은 경우에는 이와 같은 특성을 이용하여 산화환원 적정법으로 포름알데히드를 정량한다.

그러나 가구에서 방출되는 포름알데히드의 양은 미

량이므로 acetylacetone법,² AHTM법,³ chromotropic acid법,⁴ MBTH법⁵ 등과 같은 흡광광도법 등을 이용하는 데 본 연구에서는 acetylacetone법을 이용하여 HCHO를 분석하였다.

한편 냉연강판과 같이 미리 표면을 가공하거나 가구 제조의 최종 단계에서 도장과 같은 마감 처리를 한 경우에는 가구의 재질과 무관하게 유기용제와 같은, b.p.가 비교적 낮은 휘발성 유해물질들이 방출될 가능성이 있다.

이와 같은 휘발성 유기물질을 분석하기 위해서는 purge and trap(P&G) 방법이나, closed loop stripping analysis(CLSA), 또는 direct aqueous injection(DAI)법, 유기용매추출법, head-space방법 등으로 전처리하여 휘발성 유기화합물들을 분리한 후 GC/MS와 같은 분석기기로 분석하게 된다. 본 연구에서는 가구재료의 특성상 head-space방법이 가장 적합하다고 생각된다. 일정한 온도의 glass vial에서 일정 시간 동안 가열함으로써 glass vial내의 빈 공간에 휘발성 기체를 생성시키고, 방출된 휘발성 유기물질을 검출, 확인함으로써 휘발성 유기 화합물들을 분석하는 방법이다. 휘발성 유기 화합물들을 분석하는 방법에는 GC/ECD, GC/FID, GC/PID 등이 있지만 감도가 좋고 VOC(volatile organic compounds) 확인이 가능한 ion-trap GC/MS를 사용하였다.

2. 실험

2.1. 분석기기

본 실험에서 시료 용액중 포름알데히드를 정량하기 위해 사용한 분석기기는 Perkin-Elmer사의 Lambda 19 UV/VIS/IR spectrophotometer이며, 또한 가구 시료중의 휘발성 유해 물질 분석을 위해 사용한 분석기기는 Varian사의 Saturn3 ion trap GC/MS로서 작동조건은 Table 1과 같다.

2.2. 시약 및 시료

본 실험에서 사용한 포름알데히드는 Kanto사제 extra pure reagent급이며 회색하여 표준용액을 조제하였다. 발색시약인 아세틸아세톤은 Wako사제 일급 시약을 사용하였고, 그의 아세틸아세톤 표정에 필요한 모든 시약들은 일급시약을 사용하였다. 본 실험에서 사용한 모든 물은 일반적인 증류기에서 1차 증류

Table 1. Operating condition of GC/MS

GC Conditions				
Column: DB-5 (50 m × 0.2 mm)				
Sample injection volume: 1 mL				
Split ratio: Splitless				
Injection port temperature: 120°C				
Transfer line temperature: 220°C				
Oven temperature program:				
Seg.	Temp.	Rate	Time	Total
1	45°C	0.0°C/min	5.10 mins	5.10 mins
2	55	1.5	6.66	11.76
3	200	12.0	12.08	23.84
4	300	16.5	6.06	29.90
5	300	0.0	1.00	30.90
MS Conditions				
Run time: 30 min				
Ionization mode: EI				
Mass range: m/z 50~650				
Second/scan: 1.00				

한 후 이온 교환 수지를 통과시켜 정제한 것을 사용하였다.

가구제작에 쓰이는 각종 재료들을 자재별, 용도별, 상태별로 37종의 시료를 소량씩 채취하였으며, 이들은 목재 8종, MDF 10종, PB 5종 및 기타 14종이며 Table 2와 같다. 또한 목재가구와 철재가구를 비교하기 위해 책상을 선정하고, 유명 가구 제조회사의 목재 책상 2 sets와 철재 책상 2 sets를 구입하여 폼알데히드의 방출실험을 하였다. 원자재의 생산, 수입, 상품화 유통까지의 평균기간은 1년이 소요된다.

2.3. 실험방법

2.3.1. 폼알데히드의 방출량 실험

아세틸아세톤 시약은 아세트산 암모늄 150 g을 증류수 800 mL에 용해한 후 아세트산 3 mL와 아세틸아세톤 2 mL를 잘 섞은 다음 1000 mL로 묽혀 조제하였다. 폼알데히드 표준용액은 산화 환원 적정법에 의해 폼알데히드 시약의 농도를 측정된 후 일정량을 취해 1000 µg/mL의 저장용액을 만들고, 용도에 따라 희석 후 사용하였다.

각종 시료를 데시케이터에 들어갈 수 있도록 적당한 크기로 자른 후 종류별 시료의 표면적, 질량, 부피를 기록해 둔다. 데시케이터를 깨끗이 씻고 건조시킨 후 20~25°C로 유지한다. 데시케이터에 흡수액(증류수) 300 mL를 넣은 petri dish를 Fig. 1과 같이 넣은

Table 2. List of tested sample

No.	Sample	Place of origin
1	Red Oak, lumber	U.S.A.
2	Lauan, lumber	Indonesia
3	Paulownia, lumber	China
4	Almaciga, lumber (Agathis lumber)	Indonesia
5	Oak, lumber	U.S.A.
6	Cherry, lumber	Burma
7	Red Oak, lumber	Canada
8	Lauan, lumber	Southeast
9	Red Oak, fancy veneer	U.S.A.
10	Bubinga, fancy veneer	Indonesia
11	Kusunoki, fancy veneer	Burma
12	Padauk, fancy veneer	Southeast Asia
13	Polyurethane	Korea
14	Polyurethane	Korea
15	Polyurethane+Copper	Korea
16	MDF, 3mm	Chile
17	MDF, 5mm	Chile
18	MDF+Elm fancy veneer	Korea
19	MDF+Oak fancy veneer	Korea
20	MDF, 18mm	Chile
21	MDF+Oak lumber	MDF-Kore Oak-U.S.A
22	MDF+PVC sheet	
23	PB	Korea
24	PB+Plastic sheet+MDF+Polyurethane	Korea
25	PB	Chile
26	PB+LPM	
27	PB+HPM+PVC sheet	
28	Cowhide	England
29	Cowhide	Italy
30	Cowhide	Australia
31	Cowhide	Italy
32	HPM, roll	Korea
33	HPM	Korea
34	Hot Melt	
35	Adhesives	
36	Cold rolled steel sheet	Korea
37	Cold rolled steel sheet	Korea

후 데시케이터의 뚜껑을 덮어 24시간 방치한 후 이 흡수액을 시료용액으로 한다.

시료용액 5.0 mL를 마개 있는 삼각 플라스크에 취하고, 아세틸아세톤 시약 5.0 mL를 가해, 30분간 40°C에서 가온하고, 30분간 방치한다. 증류수 5.0 mL에 아세틸아세톤시약 5.0 mL를 가하여 전과정을 거친 용액을 대조액으로 하여, 415 nm 파장에서 흡광도를 측정한다. 미리 작성된 검정곡선으로부터 폼

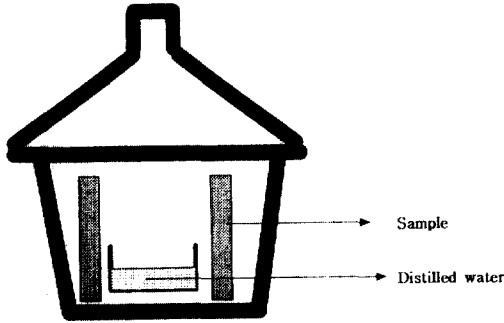


Fig. 1. Desiccator for the absorption of formaldehyde.

알데히드의 농도를 찾고 각종 재료들로부터 방출되는 포름알데히드의 양을 계산한다. 포름알데히드 표준용액으로부터 최종 농도가 0.5, 1, 2.5, 5 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 되게 위와 같이 발색시키고 415 nm 부근의 흡수과장에서 각각의 흡광도를 측정하여 검정곡선을 작성하였다.

2.3.2. 휘발성 유해물질의 분석

시료를 20 mL glass vial에 들어갈 수 있도록 적절한 크기로 자르고 질량, 부피, 표면적을 기록한다. 준비된 시료를 Fig. 2와 같이, 20 mL glass vial에 넣고 뚜껑을 씌운 후 65°C oven내에 1시간 동안 방치하였다. 기체층을 1 mL 취하여 Table 1과 같은 조건에서 GC-MS로 휘발성 유해물질을 분석하였다. 표준물질의 일정량을 20 mL glass vial에 넣고 위와 동일한 조건으로 실험한 후 기체층 1 mL을 취하여 GC-MS로 분석하여 검정곡선을 작성하였다.

2.3.3. 목재책상과 철재책상으로부터 포름알데히드의 방출

유명 가구 제조 회사에서 최근에 생산된 동일 모델의 목재 책상(chip board로 제조되었으며 제조일로부터 5개월 경과) 2 sets와 동일 모델의 철재 책상(제조

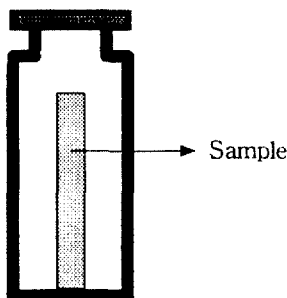


Fig. 2. Tested sample in a glass vial for the determination of VOC.

일로부터 20일 경과) 2 sets를 구매하고 구입된 그대로 시료로 하였다.

- 목재책상 편수 1200W×800D×750H
이동서랍박스3단 422W×600D×600H
- 철재책상 편수평책상 1200W×700D×720H
이동서랍박스3단 400W×582D×600H

지물포에서 PE필름(대신필름, 두께 0.09 mm, 폭 180 cm)을 구입해 3 m 길이로 자른 후 두겹으로 하고, 한쪽 끝을 plastic tie(이하 tie라 함)로 묶고 책상 크기(1230W×860D×790H, 단위 m/m, 책상보다 약간 크게 제작)로 만든 스테인레스 파이프프로 만든 모형틀을 넣은 다음, 증류수 300 mL를 담은 petri dish를 넣고 PE필름의 다른 한쪽 끝을 tie로 막아 실온에서 24시간 방치한다. 24시간 경과 후 tie를 풀고 흡수액을 꺼내어 바탕시험 용액으로 한다.

같은 방법으로 PE필름의 한쪽 끝을 tie로 묶고, 책상과 서랍을 1 set씩 넣고 24시간 방치하여 포집된 포름알데히드를 아세틸아세톤법으로 발색시켜 분석한다.

2.3.4. 경시변화에 따른 포름알데히드의 방출량 변화

목질보드시료 19번과 24번 시료를 데시케이터에 넣을 수 있도록 절단한다. 데시케이터에 시료를 넣고 24시간씩 방치하고 계속해서 20일간 경시변화에 따른 포름알데히드의 방출량 변화 시험을 한다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 포름알데히드의 방출량 실험

아세틸아세톤과 포름알데히드의 반응생성물인 3,5-diacetyl-1,4-dihydrolutidine의 스펙트럼은 Fig. 3과 같으며, 포름알데히드의 농도변화에 따른 흡광도와 의 상관곡선은 Fig. 4와 같다. 아세틸아세톤법에 의해 시료들을 분석한 결과는 Table 3과 같다.

36개의 시료중 원목 7종과, 폴리우레탄 3종, HPM, 및 접착제 등에서는 포름알데히드가 검출되지 않았지만 이미 예상했던 바와 같이 목질원료에 포름알데히드를 첨가해 제조한 MDF나 PB 등에서는 포름알데히드가 검출되었고, 무늬목과 쇠가죽에서도 포름알데히드가 검출되었다. MDF에서는 포름알데히드가 0.90~7.24 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ 검출되었고, PB에서는 0.40~3.95 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ 의 포름알데히드가 검출되었다. MDF는 PB보다 포름알데히드 방출량이 많았다. 냉연강판에서도 포름

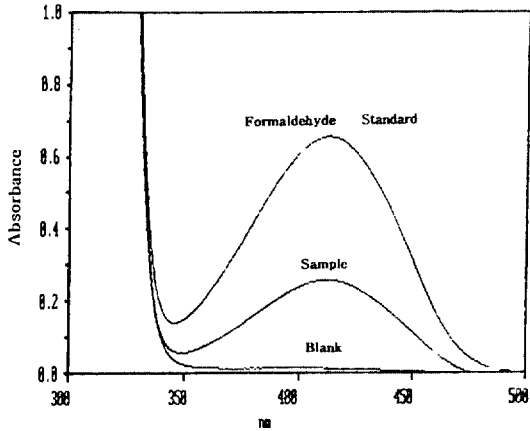


Fig. 3. Absorption spectrum of 3,5-diacetyl-1,4-dihydrolutidine.

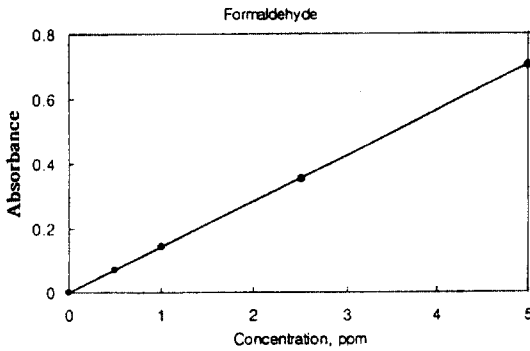


Fig. 4. Calibration curve of formaldehyde.

알데히드가 극미량 검출되었는데 용매나 도료중에 포함된 포름알데히드 때문이라 사료된다.

한편 본 연구에서 이용한 아세틸아세톤법은 '92년부터 '96년까지 시행된 공업진흥청 품질검사기준에 있는 방법을 그대로 적용하였다. 1992년초에 제정되어 92년 6월부터 1996년(통상산업부 고시 96-제 346호)까지 시행된 공업진흥청 품질검사기준 (5염화석탄산(PCP) 및 포르마린 함유제품)은, 표면적이 1800 cm²가 되는 시료의 측정치 5 ppm 이하를 '무취'라고 표시한다고 했는데, 이는 시료 표면적당으로 환산하면, 5 µg/mL × 300 mL / 1800 cm² = 0.83 µg/cm² 이 된다. 이 기준치를 참고하면 대부분의 MDF나 PB재, 일부 쇠가죽이 기준치를 초과하는 것을 알 수 있었다. 그러나 이러한 기준치의 초과는 데시케이터 내에서 검출된 포름알데히드를 비교한 것이므로 실제 실내 환경에 적용시키기 위해서는 보다 많은 연구가 이루어져야만 한다고 본다.

Table 3. Concentration of released HCHO from furniture materials

No.	Sample	Concentration µg/cm ²
1	Red Oak, lumber	<0.05
2	Lauan, lumber	<0.05
3	Paulownia, lumber	<0.05
4	Almaciga, lumber (Agathis lumber)	<0.05
5	Oak, lumber	<0.05
6	Cherry, lumber	<0.05
7	Red Oak, lumber	0.10
8	Lauan, lumber	<0.05
9	Red Oak, fancy veneer	0.06
10	Bubinga, fancy veneer	1.48
11	Kusunoki, fancy veneer	<0.05
12	Padauk, fancy veneer	0.96
13	Polyurethane	N.D.
14	Polyurethane	N.D.
15	Polyurethane+Copper	<0.20 [#]
16	MDF, 3mm	0.90
17	MDF, 5mm	5.28
18	MDF+Elm fancy veneer	3.74
19	MDF+Oak fancy veneer	7.24
20	MDF, 18mm	1.57
21	MDF+Oak lumber	1.49
22	MDF+PVC sheet	2.61
23	PB	1.69
24	PB+Plastic sheet+MDF+Polyurethane	3.95
25	PB	1.20
26	PB+LPM	0.48
27	PB+HPM+PVC sheet	1.23
28	Cowhide	0.14
29	Cowhide	0.38
30	Cowhide	1.00
31	Cowhide	0.22
32	HPM, roll	<0.05
33	HPM	0.08
34	Hot Melt	N.D.
35	Adhesives	N.D.
36	Cold rolled steel sheet	0.05
37	Cold rolled steel sheet	0.05

*N.D.: 표면적을 구할 수 없는 시료로서 포름알데히드가 검출 안됨.

#: 시료의 크기가 작아서 단위 면적당 검출한계가 큼

3.2. 휘발성 유기물질의 분석

채취한 시료 37종 중 대표시료 13개(1, 2, 9, 13,

Table 4. Analytical results of volatile organic compounds

Sample no.	Toluene ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)	Xylene ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)
2	1.37	0.68
13	0.24	0.13
21	0.26	0.19
22	3.26	-
24	1.50	0.16

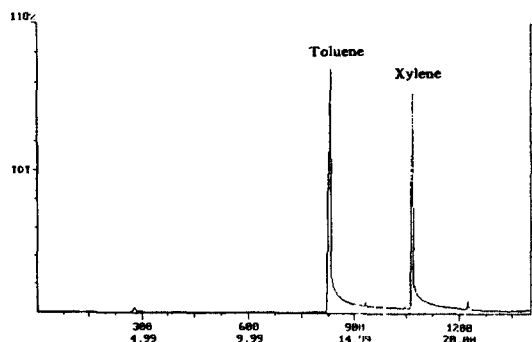


Fig. 5. GC/MS chromatogram of standard.

16, 21, 22, 24, 26, 27, 29, 34, 36)를 선정하여 head space-ion trap GC/MS를 사용하여 유해 기체 성분을 일차로 정성분석한 결과, 방출되는 물질이 주로 alkyl benzene류인 것으로 추측되어 표준물질과 비교하고 검량곡선(Fig. 10)을 작성하여 정량한 결과 Table 4와 같은 분석 결과를 얻었다.

시료에서 검출되는 VOC인 toluene과 xylene만의 standard 크로마토그램은 Fig. 5와 같다. 그때 얻은 standard의 mass spectrum은 Fig. 6과 같다. Fig. 7은 실제 시료를 분석한 결과, VOC가 검출된 시료의 크로마토그램이고, 그때 얻은 peak의 mass spectrum은 Fig. 8이다. Retention time과 mass fragmentation pattern이 standard peak와 시료의 peak가 일치함으로써 toluene과 xylene을 확인하고 정량하였다.

이들 결과를 종합하여 볼 때 8개 시료(1, 9, 16, 26, 27, 29, 34, 36번 시료)에서는 톨루엔과 크실렌이 검출되지 않았고, 5개 시료(Table 4)만 검출되었다. 이들 5개 시료는 대부분 도장이 마감된 시료(Table 2)로서 도장을 위해 사용했던 유기용매인 toluene이나 xylene이 잔류함으로써 검출된 것으로 추측할 수 있다.

그러나 이와 같은 결과는 이들을 분석하기 위해 60°C로 가열함으로써 얻어진 결과이므로 실제 실온에

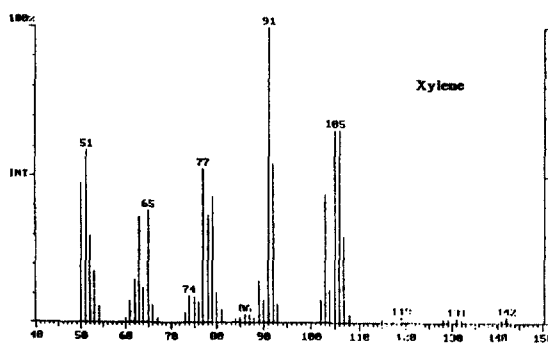
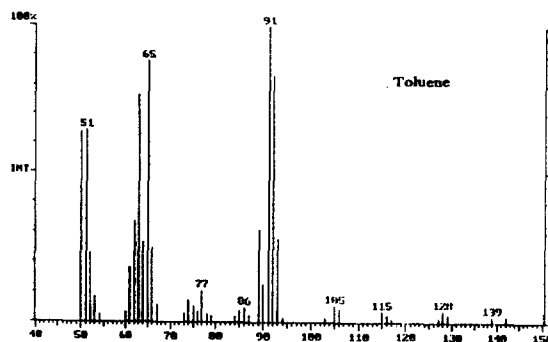


Fig. 6. Mass spectra of standard.

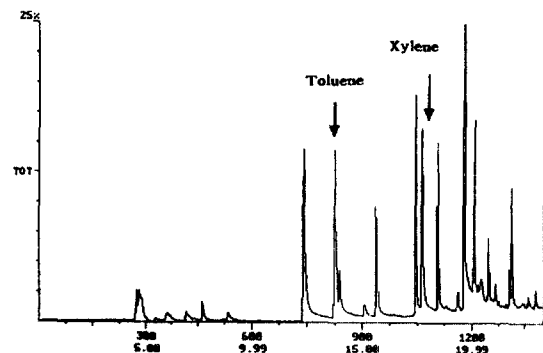


Fig. 7. GC/MS chromatogram of sample No. 2.

서의 방출량에 대해서는 더 많은 연구가 이루어져야 한다고 본다.

3.3. 목재책상과 철재책상으로부터 포름알데히드의 방출

옷장이나 장롱과 같은 큰 가구로부터 방출되는 유리 포름알데히드의 포집을 위해서는 유리기체의 손실이나 외부의 기체로부터 차단할 필요가 있다. 그러나 그와 같이 큰 가구를 넣을 수 있는 밀실의 제작은 대단히 힘들다. 또한 크기가 작다고 해도 틈이 없는 공

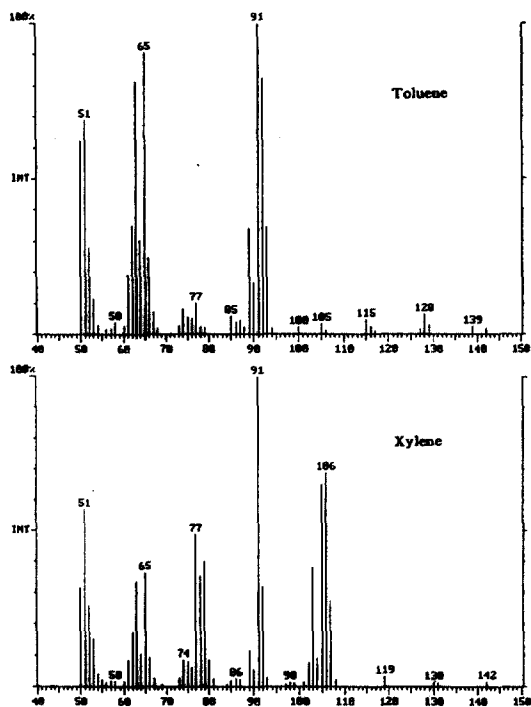


Fig. 8. Mass spectra of sample No. 2.

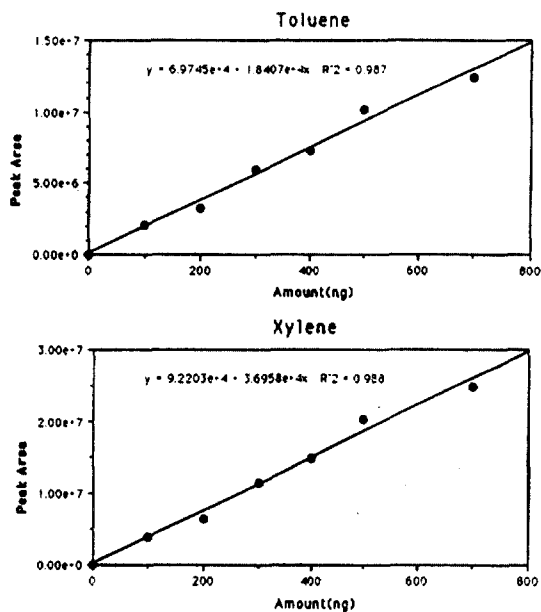


Fig. 9. Standard calibration curves of volatile organic compounds.

간을 만들기는 어렵다. 또한 동일 목적의 목재와 철재 가구를 선정하기는 어려우므로 가장 비교하기 쉬운

Table 5. Total amount of HCHO in 300 mL H₂O released from the desk for 24 hours

Sample	HCHO (mg)	Sample	HCHO (mg)
Wood desk 1-1	1.19	Steel desk 1-1	0.72
Wood desk 1-2	1.28	Steel desk 1-2	0.94
Wood desk 2-1	1.67	Steel desk 2-1	0.74
Wood desk 2-2	2.01	Steel desk 2-2	0.75

책상을 선정하였다.

구입하기 쉬운 폴리에틸렌 필름속에 표면처리하지 않은 스테레스 스틸 파이프로 만든 모형(실험용 책상 크기)을 넣어 3회(24시간씩 흡수 조작) 분석하고, 5일간 경과 후 분석해도 포름알데히드의 방출은 거의 바탕시험액의 흡광도와 비슷하였다.

동일조건외 PE 필름속에 책상을 넣어 분석한 결과는 Table 5와 같으며, 목재와 철재책상에서 포름알데히드가 검출되었다. 목질보드로 제조된 책상(가구 제조업체에서는 주재료가 chip board라고 함)은 철재책상보다 많은 포름알데히드가 검출되었다. 철재책상은 미려한 색깔을 내기 위해 도료 등의 도포로부터 검출되는 것이라 사료되지만 포름알데히드가 검출되는 사실에 대해서는 계속적인 연구가 필요하다고 본다.

3.4. 경시변화에 따른 포름알데히드의 방출량 변화

원목으로부터 제조된 가구는 다른 재질의 재료로 가공하지 않는 한 거의 유해물질을 발생시키지 않으므로 경시변화에 따른 문제를 거론할 필요가 없지만 목재 가공시의 부산물로부터 생산된 2차 가공품인 PB나 MDF 등을 원료로 한 목질보드 가구들은 유해물질들이 방출되므로 방출량 변화에 대해 연구할 필요가 있다. 즉, PB나 MDF 재질 가구들은 제조된 직후에는 유해기체가 많이 발생하지만 시간이 지남에 따라 유해기체의 발생이 줄어들 수 있다. 본 연구에서는 유해물질 중 포름알데히드를 선정하고 경시변화에 따른 영향을 조사했다.

이미 분석이 완료된 37종류의 시료중 포름알데히드가 많이 방출되는 MDF와 PB 소재인 19번과 24번 시료를 날짜별로 흡수액을 바꾸어 가면서 실험한 결과 Fig. 10의 결과를 얻었다. MDF는 초기 방출량은 많지만 시간이 지남에 따라 감소 정도가 크고, PB는 초기 방출량은 적지만 시간에 따른 감소율이 완만하다.

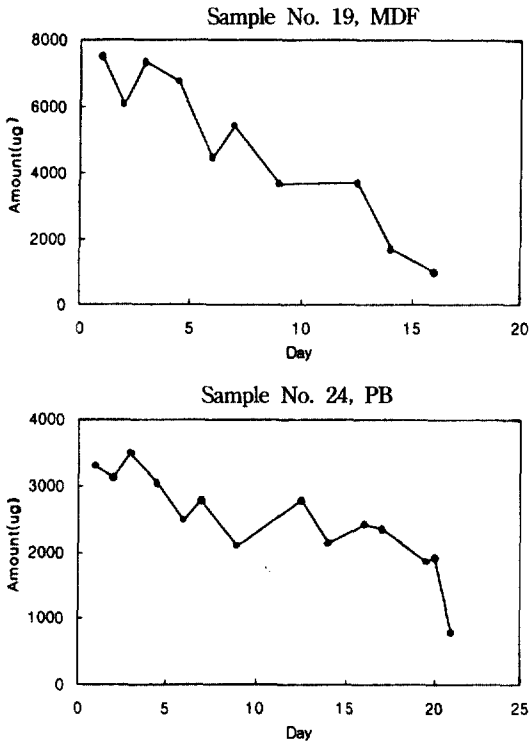


Fig. 10. Variation of released HCHO with time.

이 결과에서 알 수 있는 바와 같이 포름알데히드의 방출은 장기간 계속해서 이루어지리라 예상되며 보다 장기간의 연구가 필요하다고 본다.

4. 결 론

목재 및 철재 가구중의 유해물질 분석에 관한 연구를 수행하고 다음과 같은 결과를 얻었다. 목재가구 재료와 철재가구 재료로부터 방출되는 포름알데히드와

휘발성 유기화합물을 분석했다. 시료 37종 중 원목 7종 및 폴리우레탄 시료 등 14종만을 제외하고는 PB, MDF, 소가죽 등에서 포름알데히드가 검출되었다. 37개 시료중 대표시료 13개를 선정하여 head space-GC/MS로 분석한 결과 5개 시료에서 톨루엔과 크실렌이 검출되었는데 이는 도장시 사용되는 유기용제 중 미휘발분인 것으로 추측되지만 실온에서의 결과가 아니므로 앞으로 더 연구되어야만 한다고 본다. 또한 목재책상과 철재책상으로부터 1일당 0.72~2.01 mg의 포름알데히드가 검출되었지만 이에 대해서도 실제 생활조건과 유사한 상태에서 연구가 계속되어야만 한다고 본다. 한편 PB와 MDF 가구 원료에서 포름알데히드의 방출량은 시간이 경과함에 따라 감소하는 경향을 보였지만 보다 장기간에 걸친 연구가 필요하다고 본다.

감사의 글

이 연구는 1997년도 포항산업과학연구원의 지원에 의한 것이며 이에 감사드리는 바입니다.

참 고 문 헌

1. H. Beyer and W. Walter, "Handbook of Organic Chemistry", p. 192~193, Prentice Hall, London, 1996.
2. 日本藥學會編, "衛生試驗法·注解", 109, 金原出版株式會社, 1990.
3. 日本藥學會編, "衛生試驗法·注解", 110, 金原出版株式會社, 1990.
4. James P. Lodge, Jr., editor, Methods of Air Sampling and Analysis, 3rd ed., p. 274~278, Lewis Publishers, Inc., 1989.
5. *ibid.*, p. 279~284.